



BCI 기반 Entertainic 기술개발 동향

저자 (Authors)	신정훈, 서은미
출처 (Source)	전자공학회지 34(6) , 2007.6, 71-82 (12 pages) The Magazine of the IEEE 34(6) , 2007.6, 71-82 (12 pages)
발행처 (Publisher)	대한전자공학회 THE INSTITUTE OF ELECTRONICS ENGINEERS OF KOREA
URL	http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE00845290
APA Style	신정훈, 서은미 (2007). BCI 기반 Entertainic 기술개발 동향. 전자공학회지, 34(6), 71-82.
이용정보 (Accessed)	한국산업기술대학교 121.170.96.*** 2016/12/17 16:08 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

BCI 기반 Entertainic 기술개발 동향

신정훈 · 서은미(대구가톨릭대학교)

1. 서론

인간의 뇌에 관한 연구는 오랜 시간에 걸쳐 진행되어져 왔으며, 이러한 결과로 사람의 뇌는 해부학적 관점에서 수많은 뉴런으로 이루어져 있다는 사실이 밝혀졌다. 또한 뉴런의 활동으로 인해 전기적 신호가 발생한다는 사실을 발견하였으며, 이 사실을 기반으로 뇌 기능의 이해 및 응용, 뇌질환의 예방과 치료를 위한 연구가 지속적으로 이루어져왔다.^[1] 이와 더불어 기초과학, 공학, 심리학, 의학 등 여러 학문 분야에서도 뇌 연구의 중요성을 깨닫고 뇌 연구의 발전을 위해 다양한 연구가 활발히 진행되어지고 있다. 그중 인간과 컴퓨터 상호작용의 한 분야로 뇌에서 발생하는 신호를 계측하여 원하는 목적에 이용하는 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI : Brain Computer Interface)에 관한 연구가 최근 활발히 진행되고 있다.^[2] BCI는 언어나 신체의 동작을 거치지 않고 인간의 생체신호인 뇌파를 매개로 사용자 의사를 직접 시스템에 전달하는 인터페이스이다. 또한 인간의 생체신호인 뇌파를 인식한다는 새로운 개념으로서 신체장애우 및

특수 환경 작업자가 활용 가능한 인간 중심형 인터페이스이다. 이러한 인간 중심형 인터페이스의 발전은 단기적으로 ‘뇌파를 활용한 전 기기구의 제어’와 같은 단순한 기술의 발전이 예상되며, 장기적으로 ‘뇌파를 활용한 의사 및 동작 등의 분별’ 기술로 발전이 예상된다. 또한, BCI 기술 연구는 가상현실기술과 결합하여 지능적 실 감형 인터페이스로의 발전이 전망된다.

BCI 기반기술 연구는 전처리과정과 특징 추출, 패턴 인식 등의 다양한 기반 기술로 구성되어져 있다. 전처리과정의 주된 연구 분야는 뇌파 구간검출 및 잡음제거, 신호원 보강 등의 연구로 분류할 수 있다. 또한 특징 추출에 관한 연구는 불필요한 특징을 제거함으로써 분류성능을 향상시킬 수 있는 자기회귀함수, 파워스펙트럼, 주성분 분석 등의 연구로 분리할 수 있으며 패턴 인식과정에 관한 연구는 은닉마르코프모델, 다층 신경회로망에 관한 연구로 분류할 수 있다. BCI 관련연구는 다양한 기반기술로 구성되어져 있으며, 이를 바탕으로 게임과 임상분야의 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이러한 BCI 연구 중 게임

에 관한 연구는 인공지능 게임 기술에 관한 연구와 BCI 기반기술에 관한 연구로 분류할 수 있다. 또한 임상에 관한 연구는 임상진단을 위한 뇌파분석에 관한 연구와 임상진단을 위한 DB구축 방법에 관한 연구로 분류할 수 있다. 이러한 BCI를 활용한 임상 및 게임분야의 연구는 점진적으로 결합되어지려는 노력이 보여 지고 있으나 구체적인 목표를 가지고 결합한 연구는 이루어지고 있지 않는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 BCI 관련 기반기술의 이해 및 임상관련 기술 동향, 게임관련 기술동향을 소개하며 추후 궁극적인 연구개발 목표가 되어질 BCI entertainic 분야에 대해 제시하고자 한다.

II. BCI 기술개요

유비쿼터스 시대의 도래에 따른 인간 친화형 사용자 인터페이스 관련연구 개발은 다양한 형태의 사용자 인터페이스 개발을 유도하였으며 그중 인간의 뇌를 활용한 사용자 인터페이스 즉, BCI에 관한 연구가 활발히 진행되어 지고 있다. BCI 기술은 뇌파를 수집하여 신호처리 과정을 거친 후 실질적인 기기제어 및 문자 입력 등에 사용되는 기술이다. 본 장에서는 BCI 관련연구의 근간이 되는 BCI 기반기술에 대하여 소개하며 이를 기반으로 현재 급격하게 발전중인 BCI 임상기술 및 BCI 게임기술의 요소기술을 분석한다.

1. BCI 기반기술

BCI 기반기술은 피험자의 두피에 전극 판을



〈그림 1〉 BCI 기반기술의 구성도

부착한 후 뇌파측정시스템을 통해 특정 상태의 뇌파를 측정하여 특이점 및 특징을 추출하고 이를 제어 신호로 변환 하는 기술이다.^[1] 뇌파는 신호의 세기가 미약하며 잡음이 포함되기 쉬운 특성을 가지고 있다. 따라서 측정된 뇌파는 각종 알고리즘을 사용한 전처리 과정, 특징 추출, 패턴 인식 단계를 거친 후 실질적인 기기 제어 및 문자 입력 등에 사용 된다. 그림1은 BCI 기술에 사용되어 지는 기반 기술의 과정을 나타낸다.

가. 전처리 과정

뇌파는 측정 시 전극을 부착하는 위치와 방법, 실험 환경, 피험자의 움직임 등에 의하여 잡음이 발생하기 쉬우며, 잡음이 포함된 뇌파는 BCI 시스템에 사용하기 부적절하다. 따라서 효율적인 BCI 시스템을 구성하기 위해서는 전처리 과정을 수행하여 신뢰성 있는 뇌파를 수집하여야 하며 이를 위한 전처리 과정으로는 자기상관함수(Auto Correlation Function), 독립성분분석(ICA : Independent Component Analysis), Band-Pass Filtering, Notch Filtering, 앙상블평균(Ensemble Averaging)등이 있다. 표 1은 주요 전처리 과정의 방법들의 특징을 나타내고 있다.^[5]

〈표 1〉 전처리 과정의 특징 분석

전처리 과정	방 법	내 용
구간검출	Auto Correlation Function	<ul style="list-style-type: none"> 어떤 각의 신호와 다른 시각의 신호 사이의 상관성을 나타내는 것 한 신호와 그 신호만큼의 시간 지연을 시킨 신호를 매치 시키는 과정
잡음 제거	ICA	<ul style="list-style-type: none"> 신호에 혼합된 미지의 성분을 각각의 독립된 성분으로 분리 추출되어진 뇌파 신호에서 안전도 제거 및 근전도 제거를 위하여 주로 사용
	Band Pass Filtering	<ul style="list-style-type: none"> 뇌파신호의 특정 주파수를 선택하여 분석할 경우 사용 의미 있는 뇌파 정보를 포함하는 주파수 영역인 0.2~50Hz 사이의 특정 영역
	Notch Filtering	<ul style="list-style-type: none"> 데이터 수집 시 발생하는 특정 주파수 주위의 아주 좁은 주파수 대역 잡음 제거 시 사용 주로 장비 전원의 잡음인 60Hz 대역의 잡음 제거
신호원 보장	Ensemble Averaging	<ul style="list-style-type: none"> 일정한 자극에 대한 하나의 채널, 또는 소수 채널의 반응을 여러 번 가산하여 얻은 평균 사건유발전위(ERP)와 잡음 분리를 위하여 주로 사용

〈표 2〉 주요 특징 추출 방법

특징 추출 기법	내 용	비 고
자기회귀모델	<ul style="list-style-type: none"> 시간에 따른 데이터$x(t)$에 대해 AR 계수를 구하여 특징벡터로 사용 자기상관계수는 자기상관 함수로부터 울-워커 방정식(Yule-Walker equations)을 푸는 것에 의해 추정 	<ul style="list-style-type: none"> 뇌파를 자기 회귀 모델링하여 AR 모델 계수를 추출 추출된 AR 모델 계수를 이용하여 뇌파의 스펙트럼을 구함 기존의 FFT 기술을 이용한 스펙트럼보다 전체적으로 스무딩하게 분포되어 스펙트럼의 파진 정도와 주파수 영역의 분포 파악이 용이 추출된 AR 모델 계수를 이용하면 뇌파 측정뿐만 아니라 다른 분야(동작 인식 등)에도 다양하게 응용가능
파워 스펙트럼	<ul style="list-style-type: none"> 주파수에 따른 파워의 변화 관계 파워스펙트럼의 크기는 각 주파수 성분이 가지는 파워로 나타냄 	<ul style="list-style-type: none"> 뇌파의 각 진동성분이 얼마만큼의 비중을 차지하고 있는지를 정량적으로 파악 각 영역 마다 파워 값이 시각적으로 표시되어 쉽게 구분
효쓰 파라미터	<ul style="list-style-type: none"> 뇌파 패턴의 크기(amplitude), 타임 스케일(time scale), 복잡도(complexity)를 나타내는 세 개의 파라미터로 구성 	<ul style="list-style-type: none"> activity : 신호의 크기(amplitude)의 표준편차 제곱으로 계산 mobility : 신호크기의 표준편차와 기울기의 표준편차 비율로 구할 수 있으며 시간당 비율, 즉 평균 주파수를 의미 complexity : 신호의 급격한 변화 정도를 나타내는 지수
주성분분석	<ul style="list-style-type: none"> 다차원 특징 벡터로 이루어진 데이터에 대하여 높은 차원에서의 정보를 유지하면서 낮은 차원으로 차원을 축소시키는 다변량 데이터 처리 방법 	<ul style="list-style-type: none"> 각 전극에서 측정된 뇌파를 전극 수와 같은 개수의 서로 다른 성분으로 분리함 ICA로 성분을 분리할 경우, 안전도, 동작 등 뇌 내에서의 발생하는 원인이 다른 성분들을 분류함
선형판별분석	<ul style="list-style-type: none"> 클래스간 분산(between-class)과 클래스내 분산(within-class scatter)의 비율을 최대화하는 방식 	<ul style="list-style-type: none"> 측정된 뇌파 성분을 서로 다른 집단으로 분리함

나. 특징 추출

특징추출은 주어진 입력자료 보다 적은 차원을 가지면서 동시에 자료를 분류하기 위한 특징을 충분히 포함하는 입력신호의 특징을 찾아내는 과정이다. 이러한 특징을 이용하면 분류를 위한 계산량을 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 불필요한 특징을 제거함으로써 분류성을 향상시킬 수 있다. 많은 특징 추출 기법 중 BCI 분야에서 널리 사용되어지는 특징추출 기법으로 자기회귀모델(AR : Auto Regressive Model), 파워스펙트럼(Power Spectrum), 효쓰 파라미터(Hjorth Parameter), 주성분분석(PCA : Principal Component Analysis), 선형판별분석(LDA : Linear Discriminant Analysis)등이 있다. 표 2에 주요 특징 추출 기법들을 나타내고 있다.^[5]

다. 패턴 인식

특징 추출을 거친 뇌파 신호는 실질적인 기기 제어 등을 위한 패턴 인식 과정을 거치게 된다. 패턴인식이란 다양한 감각 기관을 통하

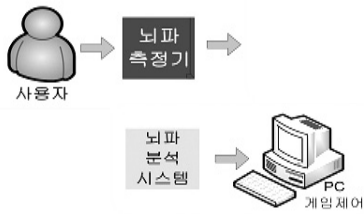
여 전달되는 정보를 처리, 분석, 종합하여 미리 정의된 특정 패턴들 중 어떤 패턴에 속하는지 판별하는 기술이다. 이러한 패턴 인식은 인식 대상에 따라 문자 인식, 음성 인식, 얼굴 인식, 생체 인식 등으로 구분되어지며, 생체 인식의 한 분야인 BCI 분야에서 활용되어지는 패턴 인식 기법으로는 은닉마르코프모델(HMM : Hidden Markov Models), Kalman Filter Model, 다층신경회로망(Multi Layer Perceptron)등이 있다. 표 3은 주요 패턴 인식 기법들을 나타내고 있다.^[5]

2. BCI 게임기술

최근 BCI 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 그 중 BCI 게임기술이 부각되고 있는 실정이다. BCI 게임기술은 주로 BCI 기반기술을 활용하여 게임인터페이스를 구현하는 기술로 표4와 같이 활용되고 있다. 그림2는 현재 연구 개발 중인 BCI 기술을 활용한 게임의 전체적인 구성도를 나타낸다.

〈표 3〉 생체 인식을 위한 패턴 인식 기법

인식기법	내 용	비 고
은닉 마르코프 모델	• 순차적으로 발생하는 신호의 다양한 시간적 변형을 통계적으로 모델링 하는 방법	• 상태라 불리는 노드와 이들 간의 전이를 나타내는 성분으로 구성된 그래프로 표현 • 음성인식 및 문자인식 분야에서 활용
Kalman Filter Model	• 측정되지 않는 상태 변수를 추정해 내고 추정된 잡음의 영향을 최소화하는 방법	• system equation, measurement equation, kalman filtering 세부분으로 구성 • 목표물 예측, 목표물 추적, 레이더 신호처리 분야에서 활용
다층 신경 회로망	• 간단한 계산을 수행하는 기본 노드를 병렬 연결하여 신경시스템에서와 같은 방법으로 문제를 해결하기 위해 제안된 모형	• 입력층, 은닉층, 출력층의 다층으로 구성 • 영상인식, 음성인식, 문자인식 및 적응제어 분야에서 활용



〈그림 2〉 BCI 기반게임 시스템

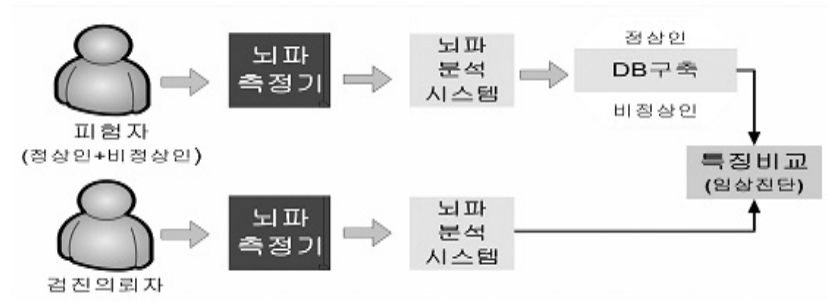
그림2에 도시된 바와 같이 뇌파 측정기를 통하여 측정된 사용자의 뇌파는 뇌파 분석 시스템의 다양한 알고리즘을 통하여 PC게임 제어를 가능하게 한다.^{[3][6]}

3. BCI 임상기술

과거에는 알츠하이머, 주의력결핍 과다행동 장애(ADHD : Attention Deficit Hyperactivity Disorder), 간질 등과 같은 뇌 기능 진단 기준이 명확하지 않아 주로 배제적인 감별에 의하여 진단 할 수밖에 없었고, 또한 뇌 기능 진단 자체가 쉽지 않았을 뿐만 아니라 진단이 되어도 특별한 치료 방법이 없었다.^[4] 그러나 최근 BCI 기반기술 연구의 발전으로 뇌파 검사에 대해 정량적 분석이 가능해졌다. 이러한 연구 결과를 뇌 기능의 진단 및 경과의 추적관찰에

〈표 4〉 BCI 게임을 구현 하는 요소 기술

활용기술	방 법	내 용
인공지능 게임기술	FSM	<ul style="list-style-type: none"> • 유한한 개수의 상태(state)를 이용하여 NPC의 행동 양식을 표현 • 게임 세계를 관리
	팀 인공지능	<ul style="list-style-type: none"> • 1명의 지휘자와 다수의 팀원으로 이루어진 집단의 인공지능을 처리하는 방법
	인공생명	<ul style="list-style-type: none"> • 살아있는 생명체의 행동이나 행위를 캐릭터에 적용하는 기술
	길찾기	<ul style="list-style-type: none"> • 에이스타 알고리즘을 이용하여 가장 빠른 경로 탐색
	LOD AI	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 스크린에 보이는 캐릭터의 인공지능은 구체적인 알고리즘을 적용 • 보이지 않는 캐릭터의 인공지능은 보다 단순한 알고리즘을 사용
BCI 기반기술	플로킹	<ul style="list-style-type: none"> • 분리, 정렬, 응집, 회피, 이동과 같은 원칙들을 적용하여 개체 유닛들의 자연스러운 구현 및 현실감 있는 게임 환경을 제공
	바이오 피드백	<ul style="list-style-type: none"> • 집중력 강화 바이오피드백 <ul style="list-style-type: none"> - θ파 파워에 대한 SMR과 β파 파워의 비율인 집중력 지표를 강화시킴 • 두뇌이완 바이오피드백 <ul style="list-style-type: none"> - α파와 같은 저주파 안정 성분을 강화시키고 High-β파와 같은 고주파 긴장성분을 약화시키는 훈련으로 안정뇌파지표를 강화시킴 • 좌·우뇌 균형 바이오피드백 <ul style="list-style-type: none"> - 좌, 우뇌의 활성리듬의 균형을 맞추는 바이오피드백 훈련 - 좌뇌에 대한 우뇌의 γ파 파워비율인 균형지표를 이용
	뉴로 피드백	<ul style="list-style-type: none"> • 집중력강화 뉴로 피드백 훈련 <ul style="list-style-type: none"> - 전두엽이나 두정엽의 12~20Hz에 해당하는 집중리듬을 강화시키며, 4~8Hz에 해당하는 각성저하 리듬은 약화시킴 • 두뇌이완 뉴로 피드백 훈련 <ul style="list-style-type: none"> - 전반적인 뇌 부위 8~13Hz에 해당하는 뇌파 고유리듬을 강화시키며, 20~30Hz에 해당하는 정서적인 불안리듬은 약화시킴 • 좌·우뇌균형 뉴로 피드백 훈련 <ul style="list-style-type: none"> - 전두엽에 전극을 부착하고 좌·우뇌 뇌파 리듬의 불균형을 해소시킴



〈그림 3〉 BCI 기반 임상진단 시스템 구성도

이용하려는 BCI 임상기술 분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 표5에 주요 임상 진단분야 및 임상 진단을 위한 뇌파분석 기술 분

류를 나타내었으며, 그림3에 BCI 임상진단 기술 시스템의 구성 도를 나타내고 있다.

〈표 5〉 BCI 임상진단 관련 요소 기술

	분류	내용
주요임상 진단분야	알츠하이머	<ul style="list-style-type: none"> • 신경전달 물질(아세틸콜린)의 감소로 기억력, 언어기능, 판단력 상실 • 성격 변화와 스스로를 돌보는 능력 상실 • 특징 벡터로는 α파의 서행 또는 소실, 전반적인 θ파의 증가와 δ파의 증가
	ADHD	<ul style="list-style-type: none"> • 행동이 부산스러우며, 감정의 기복이 심함 • 소근육 운동 및 집중력이 떨어져 학습장애를 보임 • 특징 벡터로는 전두엽 부위의 θ파가 표준범위 이상으로 증가, 상대적으로 α파와 β파 파워는 감소
	간질	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌세포에서의 비정상적인 전기 활동에 의해 발생 • 의식변화, 사지경련, 언어장애, 신체의 이상 감각이 나타남 • 국소성 발작간간질양전위(IEDs : Interictal Epileptiform Discharges)는 부분간질을 시사 • 범발성 IEDs는 전신간질을 의미 • 소발작의 경우 뇌파상 특징적인 3Hz 극서파 복합이 나타남
임상진단을 위한 뇌파 분석	KL 분해법 (Karhunen Loeve)	<ul style="list-style-type: none"> • 시간적으로 변하는 임의의 함수를 몇 개의 주성분들로 분류 • 분류한 주성분들을 다시 합하면 원래의 함수가 나오도록 하는 방법
	Fast Fourier Transform (FFT)	<ul style="list-style-type: none"> • 뇌파를 주파수 영역으로 변환하여 정량적인 분석을 함 • 뇌혈류 변화에 따른 뇌파의 상태 관찰이 쉬움 • FFT를 이용 하여 시간 축에 따른 주파수 분포도로 변환시킴 • 채널에서 실시간으로 동시 비교가능
임상 진단을 위한 DB 구축	비교 대상군	<ul style="list-style-type: none"> • 특정 질환을 가지지 않으며, 최근 3개월 사이에 뇌파에 영향을 줄 수 있는 약물을 기준치 이상 복용 하였거나 부작용을 보이는 사람은 제외 • 정상군과 특정 환자군의 뇌파를 비교 분석하여 데이터를 구축
	실험 조건	<ul style="list-style-type: none"> • 정상 수면을 취한 대상군을 편안히 누운 각성 상태에서 일정시간 동안 눈을 감도록 하되 잠이 들지 못하게 한 채로 뇌파 검사를 시행

III. 국내외 기술 개발 동향

특정한 뇌파의 관찰을 통해 간질 진단 등 임상에서 중요한 역할을 해온 뇌파는 최근 들어 그 응용 범위가 뇌파 바이오피드백, BCI, 감성공학 등으로 확대되고 있다. 최근 선진국의 BCI 시스템 연구 개발 동향을 분석해 보면 신경계 손상에 의한 장애의 재활 및 기능 회복에 대한 연구가 진행 중이다. 국내외 BCI 기술개발 관련 동향을 현재 기술 수준을 고려한 기술 개발목표, 접근 방법에 따라 분석하여 이를 표 6에 나타내었다.^{[1][5][7]}

IV. Future BCI Entertainment

앞서 살펴본 바와 같이 BCI 관련연구 개발은 BCI 기반기술을 비롯한 기술 분야의 발전과 더불어 다양한 응용분야에서 활용되고 있다. 그러나 BCI 기술을 체계적으로 결합한 연구는 전무한 실정이며, 현재의 기술 개발 목표 및 수준에서는 고급화된 사용자의 욕구를 충족하기 어려울 것으로 판단되어진다. 이러한 고급화된 사용자 욕구의 충족은 BCI 기술의 “영역별 발전”과 함께 “영역간 체계적으로 결합되어진 기술의 발전”이 이루어져야 가능할 것으로 판단된다. 이에 본 논문에서는 향후 급격한 발전이 예상되어지는 “BCI 게임분야”와

〈표 6〉 해외 BCI 기술개발 동향 분석

구분		기술개발 목표	접근 방법	현재 기술수준
정책 연구	미국 / 유럽	• 인지와 신경과학 연구 및 어플리케이션 개발 • 영국, 프랑스, 독일 주도의 유럽연합 지능형 로봇 개발	• BCI 기술 활용 및 뉴로 테크놀로지 기술 적용 • 지능형 로봇의 차세대 휴먼 인터페이스 기술로 적용	• 컴퓨터 칩의 뇌 이식 연구 및 뇌기능 원격 감지 • EEG신호를 이용한 가전제품 작동, 게임에서의 물체 속도 및 방향 제어 등
	일본	• 기억, 사고 등의 고차정신기구 메커니즘의 해명 및 지능형 로봇의 개발	• 뇌 기반 계산구조 및 뇌기능 지능 시스템	• 인공지능 로봇개발 및 신경회로망 칩 개발
연구소	미국	• Image/MIDI control VR 응용 (IBVA)	• 뇌파를 이용한 Interactive Biofeedback Control	• 자동차게임기 속도 제어 및 뇌파 변화상태의 실시간 영상처리
	일본	• 가정의 자동화 (히메지 기술연구소) • 감성인터페이스(뇌기능 연구소)	• 집중시의 뇌파의 증폭 도를 활용 • 뇌파를 활용한 긍정/부정 의사 분별	• TV채널의 이동과 가전제품의 작동
	유럽	• 컴퓨터 게임 및 시뮬레이션(독일, 프라운호퍼 연구소) • 로봇연구 네트워크 (EURON)	• 뇌파의 전이를 통한 컴퓨터게임 및 우주여행 체험 • 유럽 내 130여개 대학 및 연구기관	• 뇌파를 활용한 Brain-Pong게임 구현 • 청소 및 주유용 로봇개발
대학 기관	미국	• 장애인용 인터페이스, 통신(뉴욕 주립대)	• 동작을 행하거나 상상을 할때 감소하는 뮤파를 이용	• 사용자 훈련을 통한 모니터 상의 커서제어
	일본	• 지능형 로봇(오이타 대학교)	• 사람과 교감 및 환경의 인식을 통한 의사 결정 및 학습	• 사람의 얼굴 인식 및 장애물 회피, 위치파악, 감성인식
	유럽	• 장애인의 보조기구 조작(오스트리아, 그라츠 대학교) • 장애인용 워드프로세스(독일, 튀빙겐 대학교)	• 동작 상상시 발생하는 뮤파를 이용한 파형을 신경회로망을 사용, 사용자 의도파악 • 뇌파를 활용한 워드프로세스 구현	• 모니터 상의 커서 제어 및 문자/단어 선택 • SCP(slow cortical potential)을 이용한 워드프로세스 구현

〈표 7〉 국내 BCI 기술개발 동향 분석

구분	기술개발 목표	접근 방법	현재 기술수준
정책 연구	• 2010년대 초반 BT·NT·ET 등 전략 기술 분야에서 『우리만의 강점 기술』을 집중 개발하여 세계 정상급 기술력 확보(과학기술부)	• 뇌기능활용 및 뇌질환치료 기술개발 연구 사업단 - 뇌유전체기능연구 - 뇌기능향진과 뇌질환핵심기전연구 - 뇌 연구 실용화기술연구 - 코아퍼실리티	• 핵심 부품 제조기술 - 로봇 : 기술 선진국 대비 다소 부족 - 뇌파계측기기 : 기술 선진국 대비 동등
	• 세계수준의 차세대PC 독자기술을 확보하여 차세대 IT 기술 선도(정보통신부)	• 차세대 PC 및 홈 네트워크 분야 - 차세대 PC관련 휴먼 인터페이스 연구 - 감성인식 관련연구	• 생체신호 인식기술 - 기술 선진국 대비 부족
	• 2013년 『세계 3대 지능형로봇 기술 강국 실현』(산업자원부)	• 서비스 로봇 - Entertainment로봇 - 휴머노이드 로봇연구소	• 감성인식 및 재현기술 - 기술 선진국 대비 부족
연구소	• 뇌파를 활용한 일반 사용자 및 장애 우들의 간단한 게임 조작 및 재활훈련(ETRI)	• 뇌파 활성도 비교 및 안전도, 근전도 변화를 활용한 장애우 보조 시스템 구현	• 바이오피드백 제어기술 - 기술 선진국 대비 다소 부족
대학기관	• 뇌파를 활용한 장애우 및 특수 환경 작업자들의 의사소통 보조(대구가톨릭대학교, HCI Lab)	• EEG신호의 변화 및 상관성 분석을 활용한 TTS 시스템 구현	• 안전, 신뢰성 기술 - 기술 선진국 대비 부족
	• 뇌 정보처리를 모방한 지능시스템 및 응용기술 확보 (KAIST, 뇌 과학 연구센터)	• 인공시각, 인공청각, 인지 및 추론, 인간행동 등 인간기능의 지능정보처리시스템 개발	• 보건의료 생명공학 기술 - 기술 선진국 대비 부족

“BCI 임상분야”의 결합 기술인 BCI Entertainic 기술을 제안하며, 새로운 연구 방향을 제시하고자 한다. 그림4는 BCI Entertainic 기술의 구성을 나타낸다.



〈그림 4〉 BCI Entertainic 기술의 구성

1. BCI Entertainic 기술 개발 현황

현재 개발 중인 BCI 게임 및 임상 분야의 연구는 그림2 및 그림3에서 나타난바와 같이 사용자 상태의 변화를 고려하지 않은 단방향적인 분석 및 진단, 게임 제어 등의 형태로 진행되고 있다. 이러한 연구는 궁극적으로 사용자 맞춤형 서비스의 제공이 어려우며 고급화된 사용자 욕구를 충족하기 어려운 실정이다. 또한 사용자의 의지 및 생각만으로 뇌파의 조절을 요구하고 있기에 사용자가 뇌파의 효율적인 조절을 할 수 있을 때 까지 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 이러한 문제점을 해결하기

위하여 최근 BCI 임상 및 게임 분야에서는 인간의 오감을 자극하여 발생되어지는 뇌파의 조절을 유도하는 시스템 관련연구 개발이 진행되고 있다.

인간의 뇌는 신체의 상태나 심리상태에 따라 각기 다른 뇌파를 발생시키며, 이러한 뇌파를 통해 뇌의 상태나 각성정도를 조절할 수 있다. 그림 5에 인간의 감각기관을 통해 전달된 다양한 감각정보들을 처리하기 위하여 반응하는 뇌의 생리적 작용을 활용한 시스템을 나타낸다. 인간의 뇌는 시각, 청각, 촉각 등의 정보에 동조하는 현상을 보여주고 있으며, 이러한 동조현상은 사용자에게 짧은 시간 안에 집중력을 향상시켜줄 수 있으며, 긴장감과 피로감, 스트레스 및 수면 장애, 집중/각성(mindfulness) 정도의 조절과 감수성, 감정적/정신적 상태에 몰입 등의 임상적 치료에 활용될 수 있다.

그러나 그림 5에서 나타낸바와 같이 현재 진행 중인 연구의 기본방향은 단방향적인 인간오감의 자극 및 이를 통한 특정 뇌파를 유도하는 방법으로서 궁극적인 사용자 맞춤형 서비스 제공이 어려울 것으로 판단되어진다. 뇌파 훈련을 통한 임상의 진단 및 치료에는 오랜 시간동안 지속적인 훈련이 필요하다. 그러나 현재 연구가 진행 중인 시스템은 사용자들이 쉽게 흥미를 잃어 자발적이고 지속적인 사용



〈그림 5〉 사용자 상태 최적화 시스템

을 유도하기 어려운 실정이며, 이러한 문제로 인하여 실질적인 효과를 기대하기 힘들다.

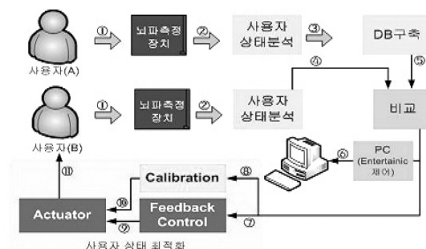
2. BCI Entertainic 기술 개발 목표

가. BCI Entertainic 구성환경

본 절에서는 현재 연구 개발이 진행 중인 BCI Entertainic 시스템의 문제점을 해결하며, 궁극적인 사용자 맞춤형 서비스 제공이 가능하도록 BCI Entertainic 시스템을 제안한다. 그림6에 BCI Entertainic 시스템의 전체 구성도를 나타낸다.

그림6에 나타낸바와 같이 사용자 맞춤형 BCI Entertainic 시스템은 뇌파측정 장치로부터 수집되어진(②) 사용자 뇌파 상태를 분석하여(④) 구축되어진 임상 DB와 비교를 통한(⑤) 진단을 수행하며, 그 결과에 따라 사용자 PC의 게임제어(⑥) 및 임상 치료를 위한 제어신호(⑦), 사용자 상태 최적화를 위한 장치의 영점 조절(⑧) 신호로 활용한다.

임상 진단신호를 수신한 피드백 제어 부는 적절한 자극을 위한 신호를 구동기로 전송(⑨)하며, 구동기는 실질적인 임상 치료를 위하여 시·청·촉·후/미각 정보를 사용자에게 제공



〈그림 6〉 BCI Entertainic 시스템 구성도

함으로써(⑪) 임상 치료를 수행한다. 또한 임상진단 신호를 수신한 영점 조절부는 절적한 사용자 자극 강도 조절을 위한 제어 신호(⑩)를 구동기로 전송한다. 이와 병행하여 임상 진단신호를 수신한 사용자 PC 게임 제어 부(⑥)는 임상 진단결과에 따라 게임시나리오 및 난이도 조절을 수행한다.

본 절에서 제안하는 BCI Entertainic 시스템은 게임을 통한 자연스러운 임상 진단 및 치료가 가능하다. 또한 사용자의 흥미유발을 통한 지속적인 치료 및 개선을 기대할 수 있다.

나. BCI Entertainic 서비스 시나리오

본 절에서는 본 논문에서 제안한 BCI Entertainic 시스템기반의 활용 가능한 서비스 시나리오를 제시한다. 본 절에서 제안하는 서비스 시나리오는 임상 진단을 위한 뇌파 DB 구축 관점 및 이를 활용한 Entertainic 관점에서의 시나리오를 포함한다.

A. 임상 진단을 위한 뇌파 DB구축

BCI Entertainic 시스템의 활용을 통한 임상 진단 및 치료를 수행하기 위해서는 먼저 충분한 임상 DB구축이 선행 되어야 한다. 이를 위하여 다음과 같은 단계적 절차를 필요로 한다.

- (1) 사용자 그룹(A)의 선별을 통한 정상 사용자군(100명) 및 임상적 결함이 있는 사용자군(100명)의 뇌파 측정(①)
- (2) 활용하고자 하는 임상 진단 분야에 대한 사용자 그룹(A)의 뇌파분석(뇌파 대역별 주파수 특징 분석 등)을 수행 하며 이를 통하여 정상 사용자 군과 임상적 결함이

있는 사용자군의 유의미한 통계적 특징을 수집(③)

- (3) 수집되어진 통계적 특징의 DB 구축(⑤)

B. 활용 및 Entertainic 관점에서의 시나리오

알츠하이머 초기 증상을 나타내고 있는 사용자(B)는 평소와 같이 BCI Entertainic 시스템을 활용하여 여가 생활을 즐기며 알츠하이머 증상의 치유 및 개선을 노력 한다.

- (1) 사용자(B)는 뇌파 측정 장치를 통하여 자신의 건강상태를 검사한다(②).
- (2) 자신의 건강상태가 사용자 상태 분석(④) 과정을 통하여 Entertainic 시스템으로 전송되어지고 구축되어진 DB(⑤)와의 비교를 통한 알츠하이머 증상의 변화(α 파의 소실 및 θ 파의 급격한 증가, δ 파의 증가)를 측정한다.
- (3) 일일 건강상태에 따른 알츠하이머 증상의 악화정도(α 파의 소실 및 θ 파의 급격한 증가, δ 파의 증가)는 사용자 PC의 게임 제어 부(⑥)로 전송되어 지며, 게임 제어 부는 게임 시나리오 중 사용자(B)의 α 파 생성을 유도하는 시나리오, θ 파의 억제 를 유도하는 시나리오 및 δ 파의 억제를 유도하는 시나리오를 조합하여 사용자(B)에게 제공한다. 사용자(B)는 게임에 집중하여 임무를 완수하기 위한 노력을 뇌파를 활용하여 수행하며, 이러한 결과는 자연스럽게 사용자(B)의 알츠하이머 증상 호전에 기여한다.
- (4) 이와 병행하여 일일 건강상태에 따른 알츠하이머 증상의 악화정도(α 파의 소실 및 θ 파의 급격한 증가, δ 파의 증가)는 동

시에 피드백 제어 부(⑦) 및 시스템 영점 조절부(⑧)로 전송되어지며, 이를 수신한 피드백 제어 부는 사용자(B)의 건강 상태를 호전시키기 위하여 적절한 신호를 구동기(⑨)로 전송한다. 또한 시스템 영점 조절부는 전송되어진 신호를 활용하여 시스템 영점 조절을 수행하며, 구동기가 취할 적절한 강도를 조절(⑩)한다.

- (5) 피드백 제어 부로부터 사용자(B)의 건강 상태(α 파의 소실 및 θ 파의 급격한 증가, δ 파의 증가)를 전달 받은 구동기는 α 파의 생성, θ 파의 억제 및 δ 파의 감소를 유도하기 위하여 사용자(B)에게 오감을 활용한 자극을 제공(⑪)한다.
- (6) 구동기의 자극을 받은 사용자(B)의 뇌파는 정상 상태를 향하여 수렴하게 되며, 이러한 사용자(B)의 건강상태 변화는 또 다시 뇌파측정 장치를 경유하여(②) 사용자 상태분석 및 진단과정(④)을 거쳐 게임 제어 부(⑥)로 입력되어진다.
- (7) 사용자 상태 분석 결과를 새로이 수신한 게임 제어 부(⑥)는 현재의 호전된 사용자 상태에 맞춰 게임의 난이도 및 시나리오를 재 조절한다. 이와 동시에 피드백 제어 부 및 시스템 영점 조절부도 적절한 강도 조절을 수행한다.
- (8) 이러한 Entertainic 과정은 사용자(B)의 건강 상태가 일정수준 이상 호전되어질 때 까지 반복 수행되어지며, 사용자(B)는 흥미와 관심을 잃지 않고 지속적인 임상치료 과정을 수행하게 된다.

V. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 차세대 휴먼 인터페이스 방안의 하나로 대두되고 있는 BCI 분야의 기술 개요 및 국내·외 기술개발 동향을 소개하였으며, 특히 급격한 발전이 예상되는 BCI 임상 및 게임 분야의 연구 개발 동향에 대하여 분석하였다. 현재 진행 중인 BCI 관련연구는 단방향적인 분석 및 진단, 게임 제어 등이 주류를 이루고 있으며, 이러한 문제로 인하여 사용자 맞춤형 서비스 제공 및 인터페이스 방안으로 활용하기 위해서는 보다 많은 기술적 보완을 필요로 한다.

이에 본 논문에서는 전통적인 BCI 관련연구가 가지는 한계점을 극복하기 위하여 BCI 기술의 새로운 연구 방향(BCI Entertainic)을 제시하였다. 본 논문에서 제시된 BCI Entertainic 기술은 단방향적인 기존의 연구에서 탈피하여 사용자 상태 변화를 실시간 감지, 이에 따른 시스템 최적화 과정을 거쳐 사용자 맞춤형 서비스 제공이 가능하다. 또한 기존의 BCI 임상 및 게임 관련 분야의 문제점인 “지속적 훈련 유도 실패” 및 “과도한 사용자 집중/각성 정도의 조절” 등을 해결하였다.

본 논문에서 제시된 BCI Entertainic 기술 분야의 지속적인 연구 개발을 통한 새로운 사용자 맞춤형 서비스의 개발은 향후 도래할 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 차세대 사용자 인터페이스 개발을 통한 국내 산업 육성 및 세계적인 기술 우위를 점하기 위한 기반이 되리라 생각된다.

참고문헌

- [1] 음태완, 김응수, “뇌파기반 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술”, 정보과학회지, 제22권 제2호, pp. 5-19, 2004. 2
- [2] 최중원, “뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI)기술 동향”, 한국특허정보원 조사분석 3팀, 2003. 12
- [3] 이현주, “게임 인공지능 기술” 전자통신동향 분석, 제20권 제4호, pp. 103-109, 2005. 8
- [4] 박용태, 석승한, 손일홍, “알츠하이머형 치매와 혈관성 치매의 감별진단에 있어서 후두엽 뇌파 스펙트럼 형태 분석의 유용성”, 대한신경과학회지, 제18권 제3호, pp. 292-297, 2000. 5
- [5] 최승진, 이혜경, 박성철, 김혜진. “통계처리를 이용한 뇌파 패턴 분석에 관한 연구”, 한국전자통신연구원, pp. 1-99, 2002. 11
- [6] <http://www.laxtha.com/>
- [7] 김종성, 김홍기, 정혁, 김기홍, 임선희, 손옥호, “생체신호 기반 사용자 인터페이스 기술”, 전자통신동향분석, 제20권 제4호, pp. 67-81, 2005. 8

저자소개



신 정 훈

1992년 성균관대학교 전자공학과(학사)
 1994년 성균관대학교 전자공학과(석사)
 2004년 성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학과(박사)
 1994년 SKC 중앙연구소 광기록 연구실
 1995년~2002년 DACOM 종합연구소 가입자장치 개발팀
 2002년 (주)시너텔 연구소 책임연구원
 2003년 (주)아진비전 연구소 수석연구원
 2003년~2004년 인덕대학 정보통신전공 겸임교수
 2005년~현재 대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부 교수
 2005년~현재 DGIST 컨버전스미디어분과 위원장
 2005년~현재 대구전략산업기획단 임베디드SW분과 위원장

주관심 분야 : HCI, BCI, 오감정보처리



서 은 미

2005년 3월 대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부
 2006년 3월~현재 대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부 HCI 연구실(연구원)

주관심 분야 : 3D Graphic, EEG 신호처리